

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 FEB 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 00 569.2
Anmeldetag: 10. Januar 2003
Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
70567 Stuttgart/DE
Bezeichnung: Toroidregelvorrichtung
IPC: F 16 H 61/00

This Page Blank (uspto)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
im Auftrag

Wallne.

Best Available Copy

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs

20.12.2002

Toroidregelvorrichtung

- 5 Die Erfindung betrifft insbesondere eine Toroidregelvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus "Society of Automotive Engineers, Inc., 2002-01-0586, Full Toroidal IVT Variator Dynamics", Robert D. Fuchs and Yasuhiko Hasuda, insbesondere Seite 3, Spalte 2, Fig. 6 ist eine gattungsbildende Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators eines Kraftfahrzeugs mit einem Regler bekannt. Zum Regler ist eine von einer Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator gebildete Regelgröße rückführbar. Bei der Ermittlung der die Regelgröße bildenden Kenngröße ist eine Kenngröße eines Drucks in einer Kolben-Zylindereinheit des Toroidvariators einbezogen.

Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine Toroidregelvorrichtung bereitzustellen, die bei einem insgesamt geringen konstruktiven Aufwand ein besonders stabiles Regelverhalten mit einer kurzen Einregelzeit ermöglicht und die ferner insbesondere für Getriebe mit einer Geared-Neutral-Funktion geeignet ist. Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und Nebenansprüchen.

Die Erfindung geht aus von einer Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Regler und mit einer zum

Regler rückführbaren ersten Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator einbezogen ist.

- 5 Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei Getrieben mit einer Geared-Neutral-Funktion der Stillstand nur bei einer diskreten Übersetzung erzeugt werden kann. Die diskrete Übersetzung kann bei übersetzungsgeregelten Toroidvariatoren bzw. mit Toroidregelvorrichtung zur Übersetzungsregelung nur
10 mit großem Aufwand eingeregelt werden, wogegen mit drehmomentgeregelten Toroidvariatoren bzw. mit Toroidregelvorrichtungen zur Drehmomentregelung der Stillstand bei Getrieben mit einer Geared-Neutral-Funktion regelungstechnisch einfach realisierbar ist, weshalb sich Toroidregelvorrichtungen zur
15 Drehmomentregelung besonders für Getriebe mit einer Geared-Neutral-Funktion eignen. Außerdem erlauben Toroidregelvorrichtungen zur Drehmomentregelung gegenüber Toroidregelvorrichtungen zur Übersetzungsregelung eine besonders einfache und exakte Veränderung des Drehmoments, wodurch sich diese
20 ferner besonders für Getriebe mit verschiedenen Fahrbereichen eignen.

- Durch die erfindungsgemäße Ausführung der Toroidregelvorrichtung mit wenigstens einer zweiten, rückführbaren Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine
25 Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers des Toroidvariators einbezogen ist, kann eine vorteilhafte Dämpfung und damit ein stabiles System zumindest weitgehend ohne technisch realisierten Castor-Winkel erreicht werden, wobei unter einem
30 Castor-Winkel ein Winkel zwischen einer Zwischenrollerhalterung bzw. einem Stellkolben eines Zwischenrollers und der Senkrechten zu den Zentralwellen des Toroidvariators verstanden werden soll. Kann der Castor-Winkel klein, insbesondere kleiner als 5° , ausgeführt und besonders vorteilhaft gleich
35 Null gesetzt bzw. ein Stellkolben des Zwischenrollers senkrecht zu Zentralwellen des Toroidvariators ausgeführt werden, können insbesondere konstruktiver Aufwand, Gewicht, Bauteile und Bauraum eingespart werden. Bei einem Castor-Winkel gleich

Null ist im Vergleich zu einem Castor-Winkel ungleich Null nur in einer Stellung keine Schwenkung des Zwischenrollers erreichbar, wodurch ein kleiner Hub des Stellkolbens erreicht und Energie eingespart werden kann. Ferner kann einfach durch
5 eine Variabilität einzelner Parameter eine große Flexibilität, insbesondere hinsichtlich konstruktiver Ausgestaltungen, erreicht werden.

Sind bei der Ermittlung der zweiten Kenngröße wenigstens eine
10 Kenngröße für eine Drehzahl am Eingang des Toroidvariators und eine Kenngröße für eine Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators einbezogen, kann vorteilhaft auf in der Regel bereits vorhandene Sensoren zurückgegriffen und zusätzliche Sensoren können vermieden werden. Aus einem Quotienten der Kenngröße
15 der Drehzahl am Eingang des Toroidvariators und der Kenngröße der Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators kann auf eine Drehzahlübersetzung des Toroidvariators geschlossen werden. Diese Größe kann dann entweder direkt differenziert oder in einem Zwischenschritt zunächst in einen korrespondierenden
20 Schwenkwinkel umgewandelt und anschließend differenziert werden. Die Kenngrößen für die Drehzahlen können entweder direkt am Toroidvariator über Sensoren detektiert oder es können Drehzahlwerte herangezogen werden, die an anderer Stelle ermittelt wurden und eine Bestimmung der Drehzahlen am Eingang
25 und am Ausgang des Toroidvariators ermöglichen.

Zusätzlich oder alternativ könnten auch zur Ermittlung der zweiten Kenngröße andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Größen detektiert werden, wie beispielsweise direkt ein
30 vorliegender Schwenkwinkel, über den durch Differenzierung auf eine Schwenkgeschwindigkeit geschlossen werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die zweite Regelgröße das Ergebnis einer Multiplikation mit wenigstens einem Proportionalitätsfaktor ist.
35 Über den Proportionalitätsfaktor kann gezielt eine gewünschte Dämpfung eingestellt, beispielsweise vorteilhaft eine Dämpfung von eins, und das System einfach optimiert werden. Ist

der Proportionalitätsfaktor abhängig von wenigstens einer Betriebsgröße, wie von einer vorliegenden Drehzahl, Last und/oder Temperatur usw., indem dieser beispielsweise während eines Regelprozesses aus einem entsprechenden Kennfeld ausgelesen oder über eine entsprechende analytische Funktion ermittelt wird, kann unabhängig von verschiedenen Betriebssituationen eine konstante Dämpfung erzielt und/oder die Dämpfung kann vorteilhaft an verschiedene Betriebssituationen angepasst werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass die zweite Regelgröße einer Stellgröße des Reglers zuführbar ist, was sich vorteilhaft auf das Regelverhalten auswirkt. Grundsätzlich könnte die zweite Regelgröße jedoch auch einer Führungsgröße zuführbar sein.

Ist bei der Ermittlung der ersten Kenngröße wenigstens eine Kenngröße für einen Druck in einer Kolben-Zylindereinheit des Toroidvariators einbezogen, kann ferner eine kostengünstige Sensorik erzielt werden. Hierfür können entweder zwei Absolutdrucksensoren - Messung gegenüber Vakuum -, zwei Relativedrucksensoren - Messung gegenüber einem Umgebungsdruck - und/oder es kann ein Differenzdrucksensor herangezogen werden. Alternativ kann auch nur einer der beiden erstgenannten Sensoren eingesetzt werden, wenn in einer von zwei Kammern eines Zylinders zur Abstützung des Zwischenrollers stets ein bereits bekannter Druck, beispielsweise Umgebungsdruck oder Systemdruck, herrscht. Der Sensor würde dabei vorteilhaft wahlweise, beispielsweise über ein Umschaltventil, mit derjenigen Kammer verbunden, in der der unbekannte Druck herrscht. Anstatt die Drücke über einen Sensor zu erfassen, könnten diese auch hydraulisch jeweils an einen Regelschieber bzw. an ein Regelschieberventil geführt sein, wodurch ein vorteilhaft geringer Fertigungsaufwand und eine hohe Betriebssicherheit erreicht werden kann. Verfügt dabei zumindest einer der Regelschieber über genau zwei Steuerkanten, kann der Fertigungsaufwand weiter verringert und die Fertigungskosten können infolge der verringerten Toleranzanforderungen gesenkt

werden, vgl. auch die unveröffentlichte Anmeldung DE 102 33 089 der Anmelderin.

5 Zusätzlich oder alternativ könnte jedoch auch ein Drehmoment am Eingang des Toroidvariators, ein Drehmoment am Ausgang des Toroidvariators und/oder eine Stützkraft am Zwischenroller, beispielsweise durch eine Kraftmessung zwischen einem Haltearm des Zwischenrollers und einem Stellkolben, detektiert werden.

10

Der Regler kann mit verschiedenen, dem Fachmann als sinnvoll erscheinenden Regelgliedern ausgeführt sein. Ist der Regler jedoch als PID-Regler bzw. wenigstens mit einem Integralglied und einem Differenzialglied ausgebildet, können mit dem In-
15 tegralglied stationäre Regelabweichungen und mit dem Differenzialglied kann ein Überspringen vorteilhaft vermieden werden.

20

Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich grundsätzlich für sämtliche Arten von Toroidvariato-
20 roidvariato-
ren besonders vorteilhaft für Volltoroidvariato-
ren, bei denen in bekannter Weise ein Castor-Winkel zur Erzielung einer Dämpfung verwendet wird.

25

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Ansprüche
25 enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten
30 und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt eines schematisch dargestellten

35

Volltoroidgetriebes mit einer erfindungsgemäßen Toroidregelvorrichtung und

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Toroidregelvorrichtung aus
Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines schematisch dargestellten
5 Volltoroidgetriebes eines Kraftfahrzeugs mit einer Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators 11. Der Toroidvariator 11 umfasst einen zwischen zwei Toroidscheiben 12, 13 angeordneten Zwischenroller 10, dessen Schwenkwinkel λ zwischen den Toroidscheiben 12, 13 über eine
10 hydraulische Stelleinheit 15 einstellbar ist. Die Stelleinheit 15 weist hierfür einen Ventilblock 16 auf, über den in einer doppelwirkenden Kolben-Zylindereinheit 17 eine Druckdifferenz $p_1 - p_2$ einstellbar ist. Die Kolben-Zylindereinheit 17 ist über eine Kolbenstange 18 mit dem Zwischenroller 10
15 verbunden, wobei über eine Stellkraft der Kolben-Zylindereinheit 17 die Kolbenstange 18 in Richtung 19, 20 verschiebbar und dadurch der Schwenkwinkel λ einstellbar ist. Die Kolbenstange 18 ist senkrecht zu Zentralwellen 21, 22 des Toroidvariators 11 ausgerichtet. Das Volltoroidgetriebe besitzt einen Castor-Winkel gleich Null.

Erfindungsgemäß weist die Toroidregelvorrichtung einen als
PID-Regler ausgebildeten Regler G_R auf. Zum Regler G_R ist eine erste Regelgröße X_1 rückführbar, bei deren Bildung eine
25 erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator 11 einbezogen ist (Fig. 2). Hierfür ist über eine Sensoreinheit 14 mit einem Differenzdrucksensor ein Differenzdruck in der Kolben-Zylindereinheit 17 bzw. nach einem ersten Regelstreckenteil G_{S1} erfassbar, wobei im Betrieb dem Regler
30 G_R neben der ersten Regelgröße X_1 eine Führungsgröße W mit einer Solldruckdifferenz zugeführt wird.

Neben der ersten Regelgröße X_1 ist eine zweite Regelgröße X_2 rückführbar, bei deren Bildung eine zweite Kenngröße für eine
35 Schwenkgeschwindigkeit des Zwischenrollers 10 des Toroidvariators 11 einbezogen ist. Bei der Ermittlung der zweiten Kenngröße sind eine Kenngröße für eine Drehzahl am Eingang des

Toroidvariators 11 bzw. eine Eingangsdrehzahl des Toroidvariators 11 und eine Kenngröße für eine Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators 11 bzw. eine Ausgangsdrehzahl des Toroidvariators 11 einbezogen. Die Eingangsdrehzahl und die Ausgangsdrehzahl sind über eine Sensoreinheit 23 nach einem zweiten Regelstreckenteil G_{S2} erfassbar. Über eine Auswerteeinheit 24 wird ein Quotient der detektierten Drehzahlen bzw. eine Drehzahlübersetzung ermittelt. Aus der Drehzahlübersetzung wird ein Schwenkwinkel ermittelt, der anschließend in einem Differenzialglied 25 differenziert wird. Eine daraus ermittelte Schwenkgeschwindigkeit wird im Betrieb mit einem Proportionalitätsfaktor K multipliziert, der abhängig von einer detektierten Getriebeöltemperatur und einer vorliegenden Last sowie abhängig von der Eingangsdrehzahl des Toroidvariators 11 ist. Der Proportionalitätsfaktor K wird hierfür aus einem in einem nicht näher dargestellten Speicher abgelegten Kennfeld ausgelesen.

Die vom Ergebnis der Multiplikation gebildete zweite Regelgröße X_2 wird während des Regelprozesses zu einer Hilfsstellgröße Y' des Reglers G_R addiert, wobei das Ergebnis der Addition eine dem Ventilblock 16 zugeführte Hauptstellgröße Y bildet.

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs

20.12.2002

5 Bezugszeichen

10	Zwischenroller	G_R	Regler
11	Toroidvariator	X_1	Regelgröße
12	Toroidscheibe	X_2	Regelgröße
13	Toroidscheibe	K	Proportionalitätsfaktor
14	Sensoreinheit	λ	Schwenkwinkel
15	Stelleinheit	W	Führungsgröße
16	Ventilblock	Y'	Stellgröße
17	Kolben-Zylindereinheit	Y	Stellgröße
18	Kolbenstange	G_{S1}	Regelstreckenteil
19	Richtung	G_{S2}	Regelstreckenteil
20	Richtung		
21	Zentralwelle		
22	Zentralwelle		
23	Sensoreinheit		
24	Auswerteeinheit		
25	Differenzialglied		

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs

20.12.2002

Patentansprüche

- 5 1. Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Regler und mit einer zum Regler rückführbaren ersten Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator einbezogen ist,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass wenigstens eine zweite Regelgröße (X_2) rückführbar ist, bei deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers
15 (10) des Toroidvariators (11) einbezogen ist.
2. Toroidregelvorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei der Ermittlung der zweiten Kenngröße wenigstens eine Kenngröße für eine Drehzahl am Eingang des Toroidvariators (11) und eine Kenngröße für eine Drehzahl am Ausgang des Toroidvariators (11) einbezogen sind.
20
3. Toroidregelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die zweite Regelgröße (X_2) das Ergebnis einer Multiplikation mit wenigstens einem Proportionalitätsfaktor (K) ist.

4. Toroidregelvorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Proportionalitätsfaktor (K) abhängig von wenigstens einer Betriebsgröße ist.
- 5
5. Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Regelgröße (X_2) einer Stellgröße (Y') des Reglers (G_R) zuführbar ist.
- 10
6. Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Ermittlung der ersten Kenngröße wenigstens eine Kenngröße für einen Druck in einer Kolben-Zylindereinheit (17) des Toroidvariators (11) einbezogen ist.
- 15
7. Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regler (G_R) als PID-Regler ausgeführt ist.
- 20
8. Verfahren mit einer Toroidregelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei neben einer ersten Regelgröße (X_1), zu deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator (11) einbezogen wird, zumindest eine zweite Regelgröße (X_2) rückgeführt wird, zu deren Bildung zumindest eine zweite Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers (10) des Toroidvariators (11) einbezogen wird.
- 25
- 30

9. Verfahren nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die zweite Regelgröße (X_2) einer Stellgröße des Reg-
lers (G_R) zugeführt wird.

5

10. Toroidgetriebe mit einer Toroidregelvorrichtung nach ei-
nem der Ansprüche 1 bis 7 und mit einem Castor-Winkel
kleiner als 5° .

10



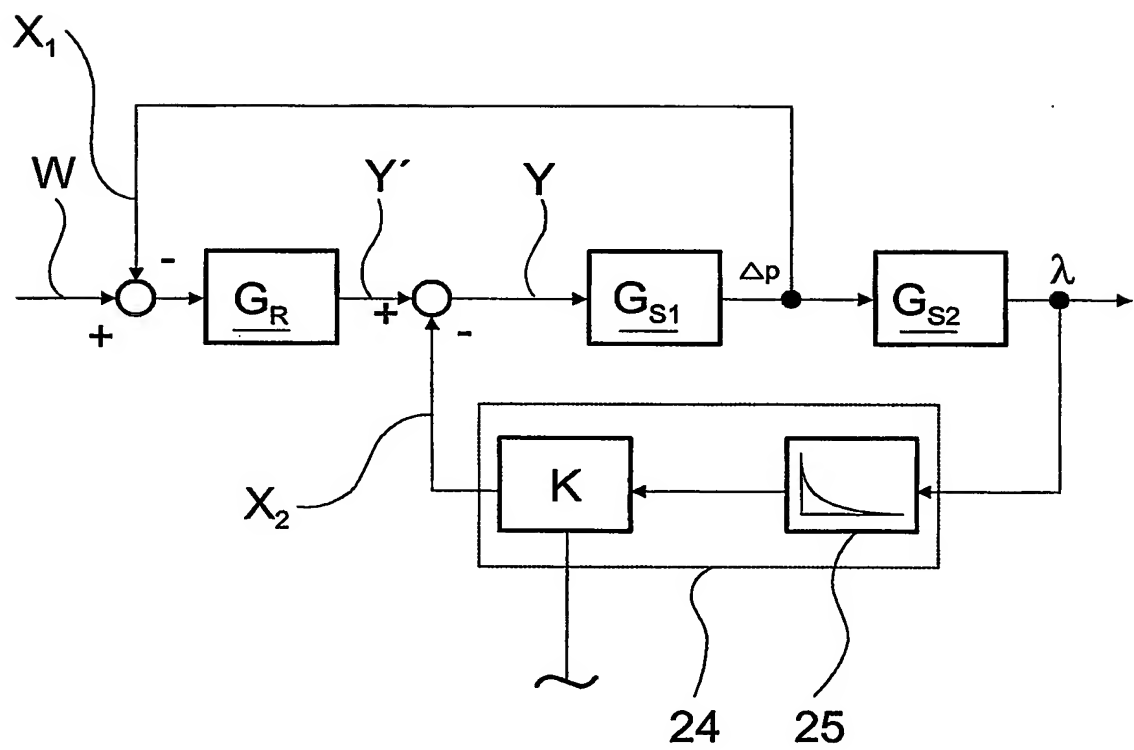


Fig. 2

DaimlerChrysler AG

Dr. Hinrichs
20.12.2002

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung geht insbesondere aus von einer Toroidregelvorrichtung zur Drehmomentregelung eines Toroidvariators, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem Regler und mit einer zum Regler rückführbaren ersten Regelgröße, bei deren Bildung zumindest eine erste Kenngröße für ein übertragenes Drehmoment im Toroidvariator einbezogen ist.
- 10

- Es wird vorgeschlagen, dass wenigstens eine zweite Regelgröße rückführbar ist, bei deren Bildung zumindest eine zweite
- 15 Kenngröße für eine Schwenkgeschwindigkeit eines Zwischenrollers des Toroidvariators einbezogen ist.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.